

University of Groningen

Het residuaalvolume en de functionele residuaal capaciteit. Methodiek en klinische interpretatie

Tammeling, Gooszefus Johannes

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:
1958

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Tammeling, G. J. (1958). Het residuaalvolume en de functionele residuaal capaciteit. Methodiek en klinische interpretatie. Groningen: s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Samenvatting

In dit proefschrift wordt de bepaling van de functionele residuaal-capaciteit (FRC) en het residuaalvolume (RV) met behulp van gas-verdunningsmethoden van het gesloten-systeem-type beschreven. De theoretische en technische moeilijkheden, welke zich hierbij voordoen, worden geanalyseerd. Aan de hand van de gegevens van proefpersonen en patienten wordt nagegaan hoe betrouwbaar de uitkomsten onder verschillende omstandigheden zijn. In het bijzonder wordt aandacht geschonken aan de meting van de FRC en het RV van elke long afzonderlijk. Gegevens betreffende de normale grootte van de FRC en het RV worden vermeld. De wijze, waarop deze longvolumina onder pathologische omstandigheden kunnen veranderen, wordt bestudeerd.

Hoofdstuk I: Aan de hand van literatuurgegevens worden de verschillende methoden voor de bepaling van de FRC en het RV in het kort vermeld. De twee belangrijkste groepen zijn de pneumatometrische- en de gasverdunningsmethoden. De laatste groep kan worden onderverdeeld in de gesloten- en open-systeemmethoden. De veranderingen, die in de loop der jaren in deze methodieken zijn aangebracht, worden beschreven. Moeilijk kan worden vastgesteld, welke methode de beste is. Voor klinisch gebruik verdient de gasverdunningsmethode van het gesloten-systeem-type waarschijnlijk de voorkeur.

Hoofdstuk II: In de eerste periode zijn de bepalingen verricht met spirograaf D 51 (LODE NV, Groningen) in combinatie met de diaferometer (KIPP NV, Delft); in latere tijd met een apparaat van eigen ontwerp: de *analyse-spirograaf*. Enkele eigenschappen van spirograaf D 51 worden vermeld. Het principe en de techniek van gasanalyse volgens de warmtegeleidingsmethode wordt in het kort aangegeven. De analyse-spirograaf is een apparaat, waarin twee spirometersystemen met volumestabilisatie en twee gasanalysatoren zijn ondergebracht. Op eenvoudige wijze kan hiermee ook de FRC en het RV van elke long afzonderlijk gelijktijdig worden gemeten.

Hoofdstuk III. Beschreven wordt, op welke wijze met de in hoofdstuk II vermelde apparaten de FRC en het RV kan worden bepaald.

Drie methoden worden aangegeven:

Methode A: de alveolaire stikstof is als indicatorgas gebruikt. De bepalingen zijn verricht met spirograaf D 51 in combinatie met de diaferometer. Het volume van het spirometersysteem wordt tijdens de bepalingen constant gehouden door middel van automatische volumestabilisatie.

Methode B: als indicatorgas is helium gebruikt. De apparatuur is dezelfde als die bij methode A. De volumestabilisatie is echter niet automatisch, maar geschiedt met behulp van een constante zuurstofstroom.

Methode C: Voor de bepalingen wordt gebruik gemaakt van de analyse-spirograaf. Evenals bij methode B is helium het indicatorgas en geschiedt de volumestabilisatie met behulp van een nauwkeurig regelbare zuurstofstroom.

Op welke wijze met deze methoden het longvolume kan worden gemeten, wordt uitvoerig beschreven. Speciaal wordt aandacht geschonken aan de complicerende factoren. Correcties moeten worden aangebracht voor verschillen in temperatuur en waterdampspanning, voor de niet homogene verdeling van het indicatorgas in het longspirometersysteem als gevolg van de gasuitwisseling door de alveolocapillaire membraan, en voor de diffusie van het indicatorgas door deze membraan. Bij de ijking wordt met deze complicerende factoren rekening gehouden, zodat deze niet voor iedere patient afzonderlijk behoeven te worden berekend.

Hoofdstuk IV: Enkele speciale problemen, welke samenhangen met de meting van het longvolume door gasverdunding in een gesloten systeem, worden geanalyseerd.

1. Nagegaan wordt in hoeverre het volume van het spirometersysteem van belang is. Factoren, die hierbij een rol spelen zijn: de gevoeligheid van de gasanalysator, de concentratieveranderingen van het indicatorgas en de temperatuursregulatie in het spirometersysteem. Bij een groot volume is de invloed van storende factoren niet groter dan bij een klein volume. Wel moet met een grotere gevoelig-

heid van de gasanalysator worden gewerkt, doch dit is geen bezwaar. Metingen met een spirometersysteem van kleine inhoud zijn echter technisch eenvoudiger en verdienen daarom de voorkeur.

2. Een volumestabilisatie, welke tot stand komt door een zuurstof-toevoer, die automatisch wordt gereguleerd door volumeveranderingen van de spirometerklok, is in principe onjuist. De volumeveranderingen zijn nl. niet alleen afhankelijk van het zuurstofverbruik, maar ook van de adembewegingen. De ademhaling kan binnen ruime grenzen variëren, zonder dat de zuurstofopname noemenswaard verandert. Uit de gegevens van patienten kan worden afgeleid, dat het longvolume tijdens de bepaling van de FRC meestal niet constant is. Een betere methode van volumestabilisatie is die, waarbij gebruik wordt gemaakt van een continue zuurstoftoevoer, die onafhankelijk is van de adembewegingen. Ook bij deze methode doet zich de mogelijkheid voor, dat niet gemakkelijk kan worden vastgesteld of de grootte van de zuurstoftoevoer gelijk is aan die van het zuurstofverbruik. Proefondervindelijk kan worden aangetoond, dat zelfs betrekkelijk grote fouten in de volumestabilisatie bij deze methode niet van invloed zijn op de uitkomsten (tabel IV).

3. Als indicatorgas kan het beste helium worden gebruikt. Het verband tussen de concentratieverandering van het indicatorgas en de galvanometeruitslag is niet rechtlijnig. Aangezien bij de meting van het longvolume de concentratieveranderingen betrekkelijk gering zijn, kan in de praktijk dit verband als rechtlijnig worden beschouwd. De hoeveelheid helium, die tijdens een bepaling diffundeert naar bloed en weefsels mag niet worden verwaarloosd.

4. Het galvanometerverloop in de periode, waarin de menging van de gassen in het long-spirometersysteem volledig is, wordt bepaald door meerdere factoren. Bij een tiental proefpersonen (tabel V) zijn in verband hiermee speciale onderzoeken verricht. De invloed van de ballastgassen in cylinderzuurstof kon niet worden aangetoond. Alle bevindingen wijzen erop, dat het galvanometerverloop vrijwel uitsluitend wordt veroorzaakt door diffusie van het indicatorgas door de alveolocapillaire membraan. Aangegeven wordt op welke wijze deze storende factor het beste kan worden gecorrigeerd (fig. 30). Het niet constant zijn van het volume van het long-spirometersysteem

is ook van invloed op het galvanometerverloop.

5. Door een speciaal onderzoek bij één proefpersoon (fig. 32 en 33) kon worden aangetoond, dat het geen verschil maakt of longvolumina worden gemeten met de methode van gasverdunding of dat deze spirometrisch worden bepaald.

6. Nagegaan is, welke moeilijkheden zich bij de aansluiting van de patient aan het spirometersysteem kunnen voordoen. Vooral in de beginperiode van de bepaling is het niet steeds duidelijk op welke wijze het volume van het long-spirometersysteem constant kan worden gehouden. Aangegeven wordt, welke situaties zich kunnen voordoen en welke gedragslijn hierbij het beste kan worden gevolgd (fig. 34).

7. De FRC wordt gedefinieerd als het volume van de bij de ventilatie betrokken alveolaire ruimte aan het eind van een normale uitademing. Voor het RV geldt een overeenkomstige definitie. Het gemeten longvolume minus het volume van de luchtwegen is dus de FRC.

8. Op welke wijze de FRC en het RV moeten worden gecombineerd met de spirometrisch bepaalde longvolumina, is weergegeven in fig. 35.

Hoofdstuk V: De nauwkeurigheid en de stabiliteit van de meetapparatuur is ruim voldoende voor de meting van het longvolume. De variatiecoëfficiënt bij de ijkingen is bij methode A en B ongeveer 1 %, bij methode C zelfs 0,5 % (tabel VI). Aan de hand van de gegevens van proefpersonen en patienten is nagegaan, welke wisselingen in de grootte van de FRC en het RV onder verschillende omstandigheden worden gevonden. Het blijkt, dat bij proefpersonen de variatiecoëfficiënt van de FRC en het RV 6—7 % bedraagt (tabel VIII). Onafhankelijk van de grootte van het longvolume en van de aard van de functiestoornissen is bij patienten de variatiecoëfficiënt ongeveer 10 % (tabel X en XI). Wat de uitkomsten betreft, maakt het geen verschil of alveolaire stikstof of helium als indicatorgas wordt gebruikt (tabel IX). Van groot belang is, dat het expiratorisch reserve volume direct na aansluiting van de patient wordt bepaald, aangezien anders onjuiste waarden voor het RV worden verkregen (tabel VII, VIII en IX).

Hoofdstuk VI: Nagegaan is of de gelijktijdige bepaling van de FRC en het RV van elke long afzonderlijk als klinische routinemethodiek mogelijk is. In het bijzonder wordt gelet op de nauwkeurigheid van de metingen en op de invloed van complicerende factoren. Aan de hand van de gegevens van patienten is nagegaan welke stoornissen in de onderverdeling van de volumina van elke long afzonderlijk onder pathologische omstandigheden voorkomen.

1. Voor het verkrijgen van betrouwbare resultaten is de methode van onderzoek van groot belang. Deze wordt daarom uitvoerig beschreven. Speciaal dient gelet te worden op de juiste voorbereiding van de patient en een goede anaesthesie van de luchtwegen. De meetapparatuur moet gemakkelijk te bedienen zijn en betrouwbare resultaten geven, ook zonder dat veel voorzorgsmaatregelen worden genomen. De analyse-spirograaf is voor dergelijke bepalingen uitermate geschikt. Bij iedere patient zijn eerst de verschillende longvolumina spirografisch gemeten en de FRC en het RV van beide longen samen in duplo bepaald. Tijdens de bronchospirometrie zijn deze metingen verricht voor elke long afzonderlijk.

2. Tot april 1958 zijn 555 metingen van de FRC en het RV van elke long afzonderlijk verricht. In de meeste gevallen was de indicatie voor het bronchospirometrisch onderzoek een operatieve ingreep wegens longtuberculose. Ongeveer 5 maanden na de operatie werden de metingen herhaald.

3. In meer dan 97 % van de gevallen was de meting van de FRC tijdens bronchospirometrie mogelijk. In bijna alle gevallen (218), waarin getracht werd tijdens hetzelfde onderzoek een tweede meting te verrichten, is dit gelukt (tabel XV). De langere duur van het bronchospirometrisch onderzoek resulteerde niet in een toename van de lasten, die de patient na de ingreep ondervindt. De bepaling van de FRC tijdens bronchospirometrie is bij tuberculosepatienten goed uitvoerbaar.

4. Het is theoretisch mogelijk, dat helium via bloed en weefsel van de ene long naar de andere wordt getransporteerd. Bij 8 patienten is dit nader onderzocht. Dit verschijnsel kon echter niet worden aangetoond (tabel XVI).

5. Aan de hand van gegevens van 37 patienten is nagegaan in hoeverre

de CARLENS-catheter van invloed is op de onderverdeling van de longvolumina. Bij deze patienten zijn de longvolumina spirometrisch bepaald met en zonder catheter in de luchtwegen. De verkregen uitkomsten zijn ook vergeleken met die van het bronchospirometrisch onderzoek. Het bleek, dat de catheter vrijwel geen invloed heeft op de onderverdeling van de longvolumina. Tijdens de intubatie is alleen de VC kleiner dan normaal, de FRC en het RV veranderen niet (tabel XVII).

6. Bij 26 patienten is nagegaan of stenose-ademhaling van één long van invloed is op de onderverdeling van de longvolumina. Hiertoe werd tijdens bronchospirometrie de verbindingsslang tussen het rechter catheterlumen en de aansluitkraan van de analyse-spirograaf zover dichtgeknepen, dat het AV van de betreffende long tot ongeveer de helft was verkleind. Het bleek, dat noch de onderverdeling van de longvolumina noch de rechts-links verhouding van de zuurstofopname door het enkelzijdige stenose-ademen wordt beïnvloed (tabel XVIII). Met name is geen verandering van de FRC en het RV gevonden.

7. Op grond van de gegevens van 100 patienten, bij wie de FRC en het RV van elke long afzonderlijk en van beide longen samen in duplo zijn bepaald, is nagegaan of de metingen tijdens bronchospirometrie goed reproduceerbaar zijn. Zowel tijdens spirometrie als tijdens bronchospirometrie is het verschil tussen de gemiddelden van de eerste bepaling en dat van de tweede gering en klinisch van geen betekenis (tabel XIX). De variatiecoëfficiënt van de verschillen tussen de eerste en de tweede meting van het RV van beide longen afzonderlijk is het grootst (rechter long 15,4 %; linker long 16,0 %). De overige variatiecoëfficiënten van de FRC en het RV variëren tussen 9,5 % en 12,0 %. Dit komt goed overeen met de bevindingen, vermeld in hoofdstuk V. De nauwkeurigheid van de metingen tijdens bronchospirometrie is zeker niet minder dan die tijdens spirometrie.

8. Bij 36 patienten is de invloed van zijligging op de grootte van de FRC en het RV van elke long afzonderlijk nagegaan (19 patienten op de rechter zij; 17 patienten op de linker zij) (tabel XX). Het bleek, dat het RV tijdens zijligging niet verandert. De enige essentiële wijziging is een vergroting van de FRC van de bovenliggende long.

9. Uit gegevens van 38 tuberculose-patienten met enkelzijdige afwijkingen van verschillende uitgebreidheid kon worden afgeleid, dat een verandering van de $FRC\%TC$ en het $RV\%TC$ van de zieke long pas optreedt, wanneer de TC van deze long tot minder dan de helft van de normaalwaarde is gereduceerd (tabel XXI).

10. De invloed van resectietherapie zonder post-operatieve complicaties op de onderverdeling van de longvolumina van elke long afzonderlijk is bestudeerd aan de hand van de gegevens van 81 patienten. Deze zijn onderverdeeld in vier groepen al naar de uitgebreidheid van de resectie. Een geringe stijging van de $FRC\%TC$ en het $RV\%TC$ van de geopereerde long is gevonden. De verschillen zijn echter zo gering, dat deze klinisch geen betekenis hebben. Tussen de uitgebreidheid van de resectie en de verandering in de onderverdeling van de longvolumina kon geen verband worden aangetoond (tabel XXII).

Ook bij 15 patienten met post-operatieve complicaties veranderde de onderverdeling van de longvolumina van de geopereerde long slechts weinig (tabel XXIII).

11. Bij 5 patienten, die een pneumonectomie hebben ondergaan, waren de longvolumina van de overblijvende long voor de operatie bekend. Met zekerheid konden geen conclusies worden getrokken, doch de gegevens wijzen erop, dat de $FRC\%TC$ en het $RV\%TC$ van de resterende long slechts dan duidelijk veranderen, wanneer veel functionerend longweefsel wordt verwijderd (tabel XXIV).

12. Bij 8 patienten zijn de volumina van beide longen afzonderlijk vóór en na een vier-ribs thoracoplastiek gemeten. De $FRC\%TC$ en het $RV\%TC$ werden door de ingreep niet essentieel gewijzigd (tabel XXV).

13. De volumina van elke long afzonderlijk zijn gemeten bij 3 patienten, bij wie enkelzijdig grote bullae aanwezig waren. Bij één patient stond de grote blaas niet in verbinding met de luchtwegen, bij de andere twee wel. De onderverdeling van de volumina van de zieke long vertoonde nagenoeg geen afwijkingen, niettegenstaande het feit, dat pathologisch-anatomisch emphysemateuse degeneratie kon worden aangetoond (tabel XXVI).

14. Bij twee patienten bleek één van de longen geen zuurstofopname

meer te hebben. De gasanalytische waarden van deze patienten zijn theoretisch van belang (tabel XXVI).

Hoofdstuk VII: Nagegaan wordt hoe de absolute grootte en de onderlinge verhouding van de longvolumina normaliter zijn en welke veranderingen onder pathologische omstandigheden kunnen optreden.

1. Een voldoende inzicht in de longvolumina en hun onderlinge verhouding wordt verkregen, wanneer de TC als absolute waarde wordt vermeld en de overige volumina als percentages van de TC. Ook de SC (Seconde Capaciteit) dient te worden opgegeven als percentage van de TC en niet van de VC.
2. Op grond van de gegevens van een groot aantal tuberculose-patienten zonder longfunctiestoornissen zijn normaalwaarden voor de longvolumina berekend. De grootte van de TC wordt nagenoeg uitsluitend bepaald door de lengte van de patient. Er is waarschijnlijk een gering verschil tussen mannen en vrouwen. De onderverdeling van de TC is alleen afhankelijk van de leeftijd. Er is wat dit betreft geen duidelijk verschil tussen beide geslachten aantoonbaar (fig 40 en 41).
3. De factoren, die van invloed zijn op de grootte van de FRC en het RV zijn in het kort aangeduid (fig 42). Er wordt op gewezen, dat de FRC doorgaans een stabielere grootte is dan het RV.
4. De door ons waargenomen stoornissen in de longvolumina zijn in een schema (fig. 43) weergegeven. De gevonden afwijkingen kunnen worden verdeeld in drie groepen: a. Kwantitatieve stoornissen (De TC is gestoord, de onderverdeling van de TC is echter normaal), b. Kwalitatieve stoornissen (De TC is normaal, doch de onderverdeling is gestoord), c. Kwalitatieve en kwantitatieve stoornissen (De absolute waarde en de onderverdeling van de TC zijn beide gestoord).
5. De stoornis van de longvolumina bij chronisch diffuus longemphyseem is bestudeerd aan de hand van de gegevens van 30 patienten (tabel XXXII). Een abnormaal grote expiratorische ademweerstand is voor het ontstaan van dit ziektebeeld van essentiële betekenis. Op welke wijze chronisch diffuus longemphyseem kan ontstaan op basis van een verhoogde weerstand in de luchtwegen wordt schematisch weergegeven (fig. 44). Een belangrijke factor hierbij is, dat thorax-

wand en longen niet „vormvast” zijn. In het kort wordt vermeld welke consequenties dit voor de praktijk heeft.

6. Bij locale vormen van longemphyseem wordt meestal geen stoornis in de onderverdeling van de longvolumina gevonden (tabel XXXIII en XXVI). De verschillende bevindingen worden in hun onderlinge samenhang nader beschouwd. Wanneer de ventilatie van een deel van het longweefsel is bemoeilijkt, wordt de functiestoornis in eerste instantie gecompenseerd door het normale longweefsel. Dit gaat meestal niet gepaard met een verandering in de onderverdeling van de longvolumina. Is de compensatie door het longweefsel zelf niet meer mogelijk of onvoldoende, dan is een verschuiving van het ademniveau en daardoor een verandering van de onderverdeling van de longvolumina noodzakelijk om de functiestoornis te compenseren.